

Повышение заметности участников движения

Плохая заметность – невозможность легко различать и замечать участников дорожного движения – повышает вероятность наезда транспортных средств на детей. Это актуально для пешеходов, велосипедистов и мотоциклистов, особенно ночью. В таких странах, как Эстония и Финляндия, в ночное время происходит свыше половины аварий с уязвимыми участниками дорожного движения.

Специальные меры, направленные на повышение заметности, позволяют водителям раньше обнаруживать уязвимых участников движения. Для пешеходов к таким мерам относятся светоотражающие полосы на одежде или светлая одежда; также пешеходам следует двигаться против дорожного движения. Велосипедисты могут носить светоотражающую одежду и включать фары, а также использовать светоотражатели спереди, сзади и на колесах. Мотоциклисты могут передвигаться с включенными днем фарами и носить светоотражающую одежду и белые или светлые шлемы.

Улучшение освещения улиц идет на благо всем уязвимым участникам движения; специалисты по планированию городов и дорог должны улучшать освещение, особенно в районах с интенсивным дорожным движением и с высокой плотностью населения. Включенные днем фары у механического транспорта позволяют другим участникам дорожного движения легко замечать его. В результате после введения этой меры число случаев наездов на пешеходов и велосипедистов сокращается соответственно на 15 и 10%.

Получено 21.02.2011

УДК 628.165

Ф.В.СТОЛЬБЕРГ, д-р техн. наук

Харьковская национальная академия городского хозяйства

МАЛОЗАТРАТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ МАЛЫХ РЕК УКРАИНЫ

Предложена малозатратная фитотехнология очистки сточных вод и экологического восстановления малых рек. Приведены примеры применения фитотехнологий в Украине, Германии, Италии и других странах, а также анализируется их технологическая и экономическая эффективность.

Запропоновано маловитратну фітотехнологію очищення стічних вод та екологічного відновлення малих річок. Наведено приклади застосування фітотехнологій в Україні, Німеччині, Італії та в інших країнах, а також аналізується їх технологічна й економічна ефективність.

Paper describes the low cost phyto-technology to treat waste water and rehabilitate small rivers. Set of examples of phyto-technology units are presented in Ukraine, Germany, Italy and

other countries. Analysis technological and economical efficiency of units is here as well.

Ключевые слова: фитотехнологии, водные объекты, сточные воды, водохранилища, очистка, качество воды.

Украина принадлежит к наименее обеспеченным собственными водными ресурсами европейским государствам. Вода большинства водных объектов Украины на нынешнем уровне классифицируется как загрязненная и грязная. Наиболее острая ситуация наблюдается в бассейнах рек Днепра, Северского Донца, реках Приазовья, некоторых притоках Днестра, Западного Буга, где качество воды классифицируется как очень грязное [1].

Основным индикатором качества поверхностных вод Украины является Черное море, куда поступают практически все загрязнения, формирующиеся на территории страны. На рис.1 показана область эвтрофированности Черного моря (серый цвет), которая формируется в зоне впадения рек Днепр и Дунай и интенсивно расширяется.

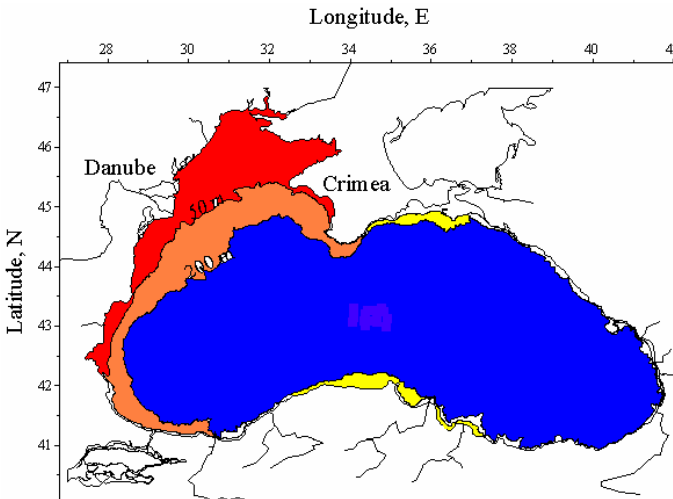


Рис.1 – Деградація екосистеми Чорного моря

Около 90% речного стока формируется в малых реках, главным источником загрязнения которых являются небольшие населенные пункты, поселки и небольшие предприятия, расположенные в сельской местности, на долю которых приходится до 70% всех загрязнений, поступающих в речную сеть.

По ориентировочным оценкам на территории Украины существует более 2000 таких источников загрязнения, которые сбрасывают свои

сточные воды без какой-либо очистки.

На рис.2 показана ситуация в малом поселке, где неочищенные сточные воды из переполненных канализационных колодцев, текут по центральной улице прямо в пруд, расположенный на р.Харьков.



Рис.2 – Поселок Большие Проходы в Харьковской области

К сожалению, эта картина является достаточно типичной для сельской местности, поскольку большинство небольших населенных мест не имеют вообще очистных сооружений, или они разрушены и пришли в негодность, или работают неудовлетворительно по ряду причин: перебои в энергоснабжении, отсутствие квалифицированного персонала, нехватка средств на текущий и капитальный ремонт и т.д.

Так как эти объекты несут основную ответственность за неудовлетворительное состояние водных ресурсов страны, проблема очистки сточных вод малых населенных мест является ключевой для обеспечения населения Украины качественной питьевой водой, источником которой, главным образом, являются реки.

Предварительные расчеты показывают, что восстановление инфраструктуры очистных сооружений в сельской местности требует около 2 млрд. грн. капиталовложений и более 100 млн. грн. ежегодных эксплуатационных затрат. Очистные сооружения являются значительными потребителями электроэнергии, и их эксплуатация связана с обслуживанием квалифицированным персоналом.

Таким образом главным препятствием на пути решения этой проблемы является высокая стоимость строительства очистных сооружений, значительные эксплуатационные затраты, потребность в существенных энергетических мощностях, и необходимость привлечения

квалифицированного персонала. Преодоление этих препятствий для условий сельской местности представляется проблематичным и, по этой причине, маловероятно, что проблема очистки сточных вод малых населенных мест будет решена в обозримом будущем.

Проблема создания и эксплуатации очистных сооружений в сельской местности существует не только в Украине, с ней в большей или меньшей степени сталкиваются все страны. Это побудило ученых-экологов различных стран, включая украинских специалистов, разработать альтернативную технологию решения стоящей проблемы, лишенную отмеченных выше недостатков.

Основная идея предложенной технологии состоит в использовании природных элементов защиты рек от загрязнения и очистки воды, которые используют для своего функционирования солнечную энергию и не нуждаются в обслуживании. К таким элементам в первую очередь относится высшая водная растительность: камыш, тростник, рогоз, рдест, аир и многие другие.

Способность высших водных растений очищать воду известна очень давно и жители древних поселений старались брать питьевую воду из рек на участках, расположенных ниже массивов зарослей водной растительности.

Анализируя биотическую компоненту речной экосистемы можно заметить, что заросли высшей водной растительности развиваются по берегам реки, главным образом, в местах балочных выходов, по которым в реку стекает загрязненный поверхностный сток с водосборной площади. В прудах, озерах и водохранилищах высшая водная растительность интенсивно развивается на наиболее загрязненных участках водной акватории.

Это происходит по той причине, что сточные воды населенных мест, поверхностный сток селитебных территорий содержат органические вещества, азот и фосфор, которые являются питательными веществами для растений. Биогенные элементы используются высшими водными растениями для своего роста и развития, а органические вещества подвергаются бактериальной деструкции пленкой перифитона, развивающейся на подводной части растений.

На этой основе был разработан новый тип очистных сооружений для малых населенных мест, небольших предприятий, отдельно стоящих коттеджей, размещенных в сельской местности, базирующийся на использовании экосистемных механизмов, который в Украине получил название «биоплато», «биоинженерные сооружения», в Германии «ботанические площадки», в Великобритании «тростниковое ложе», и т.д.

Идея использования высших водных растений для очистки сточ-

ных и природных вод путем создания стационарных и наплавных устройств была впервые выдвинута в Украине автором совместно с профессором, доктором биологических наук О.П.Оксиюк в 1977 г. [2] и сооружения, их реализующие, были названы «биоплато». По этой причине в дальнейшем изложении при описании сооружений фитотехнологии будет применяться этот термин.

Термин «фитотехнологии» был предложен и обоснован ЮНЕП для определения однотипных технологических решений, в основе которых лежит принцип использования высших водных растений [3].

Основная идея сооружений фитотехнологии состоит в фильтрации сточных вод через заросли высших водных растений и специально подобранный песчано-гравийный фильтр с предварительным осаждением взвешенных частиц в отстойнике.

Принципиально различаются два типа сооружений, схемы которых приведены на рис.3.

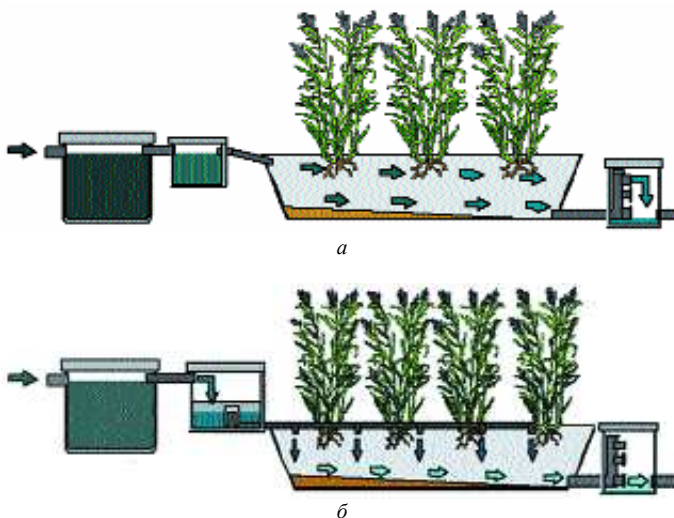


Рис.3 – Принципиальная схема сооружений фитотехнологии:
а – с горизонтальной фильтрацией; б – с вертикальной фильтрацией.

Строительство сооружений фитотехнологии чрезвычайно просто, осуществляется из местных материалов и не требует ни квалифицированной рабочей силы, ни специальных механизмов, дорогостоящих материалов и приспособлений.

Ниже показаны основные этапы строительства биоплато: создание котлована, отсыпка песчаной подушки под противofiltrацион-

ную пленку и ее укладка для защиты подземных вод от загрязнения сточными водами (рис.4, а), формирование песчано-гравийного фильтра с системой распределения сточных вод (рис.4, б) и посадка высшей водной растительности (рис.4, в).



а



б



в

Рис.4 – Этапы строительства сооружения фитотехнологии
в пос. Большие Проходы в Харьковской области

Обычно применяется тот вид высшей водной растительности, который доминирует в данной местности. Посадка растений осуществляется с помощью корневищно-грунтовой массы, которая выкапывается механизированным способом на береговых участках близлежащего водного объекта, транспортируется к месту укладки и распределяется на подготовленной поверхности создаваемого сооружения.

Подобные сооружения построены и успешно эксплуатируются для поселков с населением от 500 до 5000 во многих странах Европы и Америки (рис.5-7).



Рис.5 – Сооружение фитотехнологии во Франции



Рис.6 – Сооружение фитотехнологии в Мексике

Поблизости Ашхабада строится система очистки сточных вод методом фитотехнологии для города с населением 50 тысяч человек.

Фитотехнологии успешно применяются для экологического восстановления речных и озерных экосистем и улучшения качества воды в них. С этой целью применяются наплавные устройства (рис.8) или прямые посадки высшей водной растительности непосредственно в русле неглубоких рек.



Рис. 7 – Комплекс сооружений фитотехнологии в Италии



Рис.8 – Наплавное биоплато на одном из озер Германии

Система сооружений фитотехнологии была успешно применена в Украине для деэвтрофирования воды, поступающей из Днепродзержинского водохранилища по каналу Днепр-Донбасс в Донецк и Харьков. Здесь были применены противопланктонная защита головного водозабора канала и система береговых и русловых биоплато на трассе транспортирования воды [4].

Установлена высокая очистительная способность сооружений фитотехнологии, которая не уступает по своей эффективности дорогостоящим традиционным очистным сооружениям. На рис.9 проиллюстрирован эффект очистки сточных вод при помощи биоплато пос. Большие Проходы на Харьковщине.

Многочисленными многолетними натурными наблюдениями на действующих сооружениях в различных странах установлено, что эффективность очистки сточных вод по следующим показателям качест-

ва воды составляет:

Взвешенные вещества.....	90-95%
Органические вещества по БПК _{полн}	95-98%
Азот и фосфор.....	50-70%
Бактериологическое загрязнение.....	99-99,5% .



Рис.9 – Динамика очистки сточных вод от поступления в сооружения фитотехнологии до выхода из них.

Одновременно существенно повышается содержание кислорода за счет фотосинтетической аэрации воды.

Имеется успешный опыт применения фитотехнологии для осушения и санации иловых площадок (полей фильтрации) сооружений по очистке сточных вод (рис.10).



Рис.10 – Общий вид полей фильтрации очистных сооружений г.Лейпцига (Восточная Германия) после применения фитотехнологий.

Расчет технологических параметров биоплато достаточно прост. Предварительно размеры биоплато могут быть легко вычислены на основе соотношения 1-2 м² на 1 жителя поселка или коттеджа. Более

точно расчеты конструктивных и технологических параметров биоплато могут быть определены на основе математической модели, разработанной под руководством автора статьи коллективом кафедры инженерной экологии городов Харьковской национальной академии городского хозяйства, создана также компьютерная программа этой модели.

Предложенная технология по сравнению с традиционными сооружениями очистки коммунально-бытовых сточных вод имеет определенные преимущества и недостатки.

Основным недостатком фитотехнологий является потребность в значительных территориях по сравнению с сооружениями механической и химико-биологической очистки, которые, как правило, размещаются на небольших площадках. Поэтому сооружения фитотехнологии рекомендуются для источников загрязнения, размещенных в сельской местности, где обычно существуют необходимые территориальные возможности.

Главными достоинствами фитотехнологий является низкая стоимость, отсутствие потребности в электроэнергии, простота строительства и практическое отсутствие необходимости в содержании эксплуатационного персонала.

Как было указано выше, в Украине около 2000 малых поселков и небольших предприятий, размещенных в сельской местности, нуждаются в строительстве новых или реконструкции действующих очистных сооружений. Ориентировочные капиталовложения при использовании стандартных технологий оцениваются около 2 млрд. грн., а затраты на их эксплуатацию достигают 100 млн. грн. в год.

По заданию Министерства охраны окружающей природной среды Украины кафедрой инженерной экологии городов Харьковской национальной академии городского хозяйства с привлечением Украинского центра фитотехнологий был разработан «План мероприятий по внедрению низкозатратных фитотехнологий для очистки сточных вод и защите рек и водохранилищ Украины от загрязнения».

Проведенные исследования показали, что из 2000 малых источников загрязнения для 1800 могут быть применены сооружения фитотехнологий, а их общая стоимость не превышает 500 млн. грн. Эксплуатационные затраты при этом обеспечивают 2-3-летнюю окупаемость сооружений без какого-либо повышения тарифов на водоотведение. Стоимость первоочередных объектов в поселках, где экологическая ситуация приближается к критической, составляет около 10 млн грн.

К дискуссионным вопросам, связанным с эксплуатацией сооруже-

ний фитотехнологии, относится зимний режим и оценка необходимости уборки фитомассы после вегетационного периода.

Исследования условий и эффективности очистки воды на сооружений фитотехнологии в зимний период были выполнены в 1998 г. в рамках международного проекта ЕС силами экспертов Украины, Швеции, Финляндии и Эстонии на биоплато пос. Большие Проходы.

Зима 1998 г. в Харьковской области отличалась устойчивыми морозами до -25°C ночью и до -15°C днем начиная с ноября. В этот период сооружения биоплато функционировали на полную мощность, и анализы качества воды отбирались регулярно.

Данные анализов состава сточных вод до входа в сооружение и на выходе из него показали, что эффективность очистки воды в зимний период по основным показателям практически не снижается по сравнению с летним.

Об этом же свидетельствуют данные, приведенные в монографии, посвященной очистке сточных вод сооружениями фитотехнологии в странах с холодным климатом [5] Здесь представлен опыт специалистов США, Швеции, Финляндии, Китая, Германии, Эстонии, Литвы и России.

В 2005 г. завершено строительство первого биоплато за полярным кругом в бассейне р.Кола на Кольском полуострове.

Можно указать на основные причины, обеспечивающие сохранение эффективности очистки сточных вод поселков на сооружениях фитотехнологии в зимний период.

Прежде всего, температура коммунально-бытовых сточных вод, поступающих в сооружения, обычно находится в пределах от $+12^{\circ}$ до $+14^{\circ}$ и вода не успевает заморознуть, а температура существенно снизиться под ледяной коркой сооружения (рис.11, а, б).

Расход сточных вод поселков зимой, как правило, снижается, что приводит к снижению скорости протекания воды в биоплато и, соответственно, к увеличению времени пребывания и очистки сточных вод по сравнению с летним периодом.

Процессы бактериальной деструкции, ответственные за очистку сточных вод от органических веществ (БПК_{полн}), являются экзотермическими, что обеспечивает автохтонное выделение тепла в сооружении.

Решение вопроса уборки растений связано с наличием или отсутствием опасности вторичного загрязнения очищаемых сточных вод вследствие частичного отпада фитомассы после завершения вегетационного периода. Ответ на этот вопрос связан с рассмотрением механизма очистки воды на биоплато, который существенно зависит от со-

става сточных вод.

Хозяйственно-бытовые сточные воды населенных мест загрязнены преимущественно взвесями, органическими веществами, измеряемыми БПК_{полн}, биогенами: азотом и фосфором, поверхностно-активными веществами (СПАВ) и компонентами бактериального загрязнения.

Рассмотрим возможность вторичного загрязнения воды вследствие отпада фитомассы применительно к каждому из представленных показателей качества воды и содержащихся в ней ингредиентов.

Основная масса взвешенных веществ оседают главным образом в отстойнике перед входом в биоплато. Остальная часть взвешенных веществ, в основном органического происхождения, оседает на перифитоне – бактериальной пленке, формирующейся на подводной части растений, и подвергается бактериальной деструкции совместно с растворенным органическим веществом, содержащемся в сточных водах. В результате бактериальной деструкции происходит минерализация органического вещества, вследствие чего отсутствует опасность вторичного загрязнения воды по показателю БПК_{полн}. Аналогичная ситуация с очисткой сточных вод от поверхностно-активных веществ.

Механизм очистки сточных вод от биогенов существенно иной. В период вегетации поступающие в экосистему азот и фосфор используются для роста и развития высших водных растений. Осенью биогены депонируются в корневой системе растений и в донных отложениях, обеспечивая питательными веществами старт следующей вегетации. Таким образом, опасность существенного вторичного загрязнения воды азотом и фосфором практически исключается.

В зарослях высшей водной растительности резко снижается бактериальное загрязнение воды за счет бактерицидной активности компонентов экосистемы и фотосинтетической аэрации воды.

Опыт эксплуатации действующих биоплато и наблюдения за природными зарослями высших водных растений показывают, что их экосистема является сбалансированной по фитомассе и не нуждается в искусственной регуляции.

Таким образом, отсутствует какая-либо мотивация для организации ежегодной уборки фитомассы высших водных растений с точки зрения опасности вторичного загрязнения воды в случае их применения для очистки коммунально-бытовых сточных вод.

Иначе обстоит дело в случае использования биоплато для промышленных предприятий, сточные воды которых содержат тяжелые металлы, токсины. В этом случае опасность вторичного загрязнения воды существует, и эксплуатация биоплато существенно усложняется.



а



б



в

Рис.11 – Общий вид сооружений биоплато пос. Большие Проходы.
Зима 1998 г. (блоки *а, б, в*)

Поэтому предпочтительной областью применения фитотехнологий являются небольшие поселки, отдельно стоящие коттеджи, кемпинги и гостиницы, торговые центры, размещенные в сельской местности или вдоль автомобильных трасс, и подобные им комплексы.

В настоящее время разработан целый ряд методических и нормативных документов, регламентирующих применение биоплато для очистки сточных вод малых населенных мест, расположенных в сельской местности. В первую очередь надо указать изданное Институтом экологических технологий ЮНЕП методическое пособие [3], стандарт Франции по применению фитотехнологий для поселков от 500 до 5000 жителей [6], итальянский и немецкий стандарты [7, 8]. В нашей стране по заданию Министерства охраны окружающей природной среды разработан нормативный документ, который согласован с заинтересованными ведомствами Украины.

В заключение автор выражает благодарность сотрудникам кафедры инженерной экологии городов Харьковской национальной академии городского хозяйства за сотрудничество в разработке фитотехнологий.

Автор также благодарит своих зарубежных коллег профессора Мауризио (Италия) и профессора Хеппе (Германия) за любезное разрешение использовать некоторые иллюстративные материалы из их практики применения фитотехнологий.

1.Национальный доклад Украины «Общество и окружающая среда» // V Пан-Европейская Конференция Министров экологии на тему «Окружающая среда Европы». – К., 2003. – 220 с.

2.Оксиюк О.П., Стольберг Ф.В. Управление качеством воды в каналах. – К.: Наук. думка, 1988. – 230 с.

3.UNEP Standard. Phytotechnology and Ecotechnology. Manual for designing, Constructing and operation. – Brussels, 2000. – 370 p.

4.Оксиюк О.П., Стольберг Ф.В. Оценка воздействия гидротехнического строительства на качество воды. – К.: Наук. думка, 1990. – 207 с.

5.Natural Wetlands for Waste Water Treatment in Cold Climate. WitPRESS, UK-USA-Spain, 2000.

6.France Standard of Constructed Wetlands for Communities from 500 till 5000 inhabitants. – Paris, 2003. – 120 p.

7.Italy Standard for Wetlands Lagoons. – Roma, 2001. – 110 p.

8.Germany Standard for Botanic Plates. – Berlin, 2001. – 90 p.

Получено 22.04.2011